범용지도를 이용한 RTD-2000 기반의 상수도 관망 모니터링 시스템의 구현

박준태[†], 홍인식^{††}

요 약

현재, 일반적인 누수감지 모니터링 시스템은 라이선스를 지불하는 전자 지도를 이용하기에, 시스템 구축비용과 관리 주체인 지자체의 재정 지출을 높이며 유지보수, 기능 확장, 타 시스템과의 호환 등 비효율적인 문제점을 안고 있다. 이에 본 논문에서는 인터넷 범용 지도를 이용해 저비용과 고효율을 지향하는 상수도 관망 모니터링 시스템을 개발한다. 이 시스템은 호환성이 높은 무료 지도를 활용하기에 기존의 시스템보다 구축비용과 하드웨어 요구 사항은 낮아지며, 결과적으로 전체 모니터링 시스템의 성능은 향상되고, 구축 원가는 급격히 절감된다. 시공과 함께 구축할 수 있는 파이프라인 DB 구축 방식도 함께 제안하여 전반적인 시스템의 현장 적용성도 높이는 결과를 도출한다.

Implementation of RTD-2000 Based Waterworks Pipe Network Monitoring System using Internet Map Service

Jun-Tae Park[†], In-Sik Hong^{††}

ABSTRACT

Currently most of leak detection monitoring systems use digital maps with paying royalties, and this increases the cost of system construction and financial burdens on local self governing bodies that manage such systems. Moreover, they have inefficiencies in repair and maintenance, functional expansion, and compatibility with other systems. Thus, this study developed a waterworks pipe network monitoring system that pursues low cost and high efficiency using general purpose maps on the Internet such as google maps. As this system uses highly compatible free maps, it costs less in construction and its hardware requirements are lower than existing systems, and consequently, overall monitoring performance is enhanced and the cost of construction goes down sharply. This study also proposed a method for pipeline DB construction, which can be started together with the construction of the monitoring system, in order to improve the field applicability of the system.

Key words: Monitoring System(모니터링 시스템), RTD-2000(Remote TDR Device), TDR(Time Domain Reflectometer), GIS(Geographic Information System), Leakage Sensing Pipe(누수감지관), GoogleEarth(구글어스), Lowcost(저비용)

※ 교신저자(Corresponding Author): 홍인식, 주소: 충남 아산시 신창면 읍내리 순천향대학교 멀티미디어관 604호, 전화: 041)530-1321, FAX: 041)530-1321, E-mail: ishong@sch.ac.kr
접수일: 2011년 5월 24일, 수정일: 2011년 7월 20일

완료일: 2011년 10월 4일

^{††} 준회원, 순천향대학교 일반대학원 컴퓨터학과
(E-mail: jtpark@sch.ac.kr)

^{††} 정회원, 순천향대학교 공과대학 컴퓨터공학과
(E-mail: ishong@sch.ac.kr)

1. 서 론

현대 사회를 구성하는 중요한 요소 중 하나인 사회 기반 시설물은 상하수도, 전기, 통신, 가스 등을 통칭하며, 일반적으로 이용자나 국민의 편의 증대에 큰 영향을 미치고 있다. 우리나라는 70~80년대의 경제 성장과 함께 국가적 차원에서 사회 기반 시설물에 대한 많은 투자와 노력을 기울였고 현재, 기반 시설물은 그 용도와 사회적 중요성이 높기 때문에 이를 보다 효율적이고 능동적으로 관리할 수 있는 연구가 필요하다.

일반적인 사회 기반 시설물들의 모니터링 프로그램에는 전자 지도가 탑재되어 구간별 시공 현황과 관리 내역 등을 제공하는데, 현재 대부분의 누수 감지 모니터링 시스템에선 라이선스를 지불하는 전자 지도를 이용하고 있다. 그러나, 우리나라에선 각 지자체별 모니터링 프로그램에 탑재되는 전자 지도가 각기 다르고, 시스템 구축 환경도 시공 업체별로 상이해 타시스템과의 호환성이나 시스템 확장성이 떨어진다. 또한, 지자체별 구축 환경의 특징을 시스템에 모두 반영하면, 많은 재정적 지출이 뒤따라 고비용, 비효율의 문제점도 안고 있다. 그럼에도 모니터링 시스템에선 지리 정보 구성이 반드시 요구된다[1-3].

이에, 본 논문에서는 상수도 관망 모니터링 시스템 중 RTD-2000을 기반으로, 유료 전자 지도 대신 라이선스 지불을 하지 않으며, 고화질의 위성 사진과 3D 뷰어 등 다양한 UI와 많은 API를 제공하는 구글어스를 이용한 새로운 모니터링 시스템을 제안하고 구현한다. 본 연구를 통해 시스템 구축과 유지보수 비용이 크게 절감되며, 범용지도를 이용하기에 시스템간 호환성은 높아지고, 하드웨어 요구 사항은 낮출 수 있다는 면에서 그 의미가 있다.

2. 관련 연구

2.1 RTD-2000(Remote TDR Device)

상수도 관망의 누수 및 파손을 탐지하는 여러 모니터링 시스템 중, 수자원의 절약과 효율적인 운영을 위하여 현장에서 시공되어 운영되고 있는 모니터링 시스템인 RTD-2000은 누수 감지관, 모니터링 프로그램, 임베디드 컨트롤러 기기, TDR(Time Domain

Reflectometer) 등으로 구성되어 있다. 핵심적 역할을 하는 TDR은 누수 감지관에 삽입된 감지도선에 펄스파를 보내고 반사파를 받아서 고장점의 거리를 측정하고, 측정된 데이터를 모니터링 프로그램으로 보내는 원격 제어 감시 장치이다[4].

2.2 구글어스(GoogleEarth)

수 년전부터 공개되어온 오픈 소스 중 대표적인 지도 서비스에 해당한다. 구글어스는 사회 각 분야에서 적용이 가능한데, 특히 위치 기반 서비스 분야에서 적극적으로 활용할 수 있다. 또한, 구글에서 제공하는 API를 활용하여 개인이나 특정 집단이 원하는 품의 생성을 위해[5], HTML을 기반으로 사용자 정의 웹 페이지 제작과 개발툴에서 구글어스 기능과 메소드를 혼합한 프로그램 제작이 가능하다. 주소, 위/경도 등으로 위치 검색이 가능하고, 사용자가 편집한 자료의 저장을 위해 KML, KMZ(Keyhole Markup language Zipped) 파일을 생성하며, 지도는 일반적으로 3년 이전에 촬영한 위성 사진을 이용한다[6]. 구글은 2005년에 뉴올리언스 부근에서 발생한 허리케인 카트리나의 피해 지역을 이미지 아메리카社의 항공 사진을 사용자들에게 제공하였다. 이처럼, 사용자는 위성 사진으로 지역 정보를 획득할 수 있으며, 개개인이 생성한 KML을 이용해 다양한 정보 공유가 가능하다[7,8].

2.3 기존의 누수 탐지 기법

TDR은 본래 거리 측정을 통한 고장 위치를 측정하는 장비라서 이를 이용한 누수 탐지 기법은 기존의 연구를 통해 대전과 평택에 적용된 사례가 유일하다. 기존의 누수 탐지 기법으로는 야간 최소유량 측정법, 음청식 탐지방법, 센서를 이용하는 상관법 등이 존재하지만, 이 기법들은 하나의 블록 단위로 누수탐지가 이루어져 인터넷을 통한 원격 감시나 경보 등 전체적인 모니터링이 어려워 인력 소비가 크다는 문제가 있다[9,10].

2.4 기존의 모니터링 프로그램

실제 시공에 참여한 특정 업체에서 제작한 기존의 RTD-2000 모니터링 프로그램은 GIS(지리정보 시스템)용 유료 SW를 기반으로 제작되어 현재 현장에

표 1. 기존 시스템과 TDR을 이용한 시스템과의 차이점

	기존 시스템	TDR을 이용한 시스템
조사지역	· 넓다	· 조사 범위 선택 가능
소량의 누수탐지	· 탐지 불가능	· 탐지 가능
원격 누수탐지	· 불가능(일부 가능)	· 가능
소요 시간, 인력	· 많음	· 적음
누수탐지 비용	· 고비용	· 저비용
적용 범위	· 기존 관망	· 신도시, 새로 구축하는 관망
탐지 단위	· 블록 단위	· 포인트 단위(세밀한 측정 가능)
시스템 유지 보수	· 고비용	· 저비용

서 시공되어 운영되고 있다. 그러나 해당 업체의 모니터링 프로그램은 다음과 같은 취약점을 내포한다.

- 구현의 효율성 : 패키지 전체가 설치되어 구동되기에 많은 저장 공간과 불필요한 연산 과정을 내포하여 하드웨어 요구 사양이 높아져, 시스템 구성 비용을 증가시킨다.
- 다양한 적용성 : 타 제품과의 호환이 되지 않아 지자체별 특성의 반영이 힘들어 다양한 환경에서의 적용성과 확장성엔 한계성을 갖는다.
- 환경의 특수성 : 사용자 시점과 지도는 2차원만 제공해, 다양한 사용자 시점을 제공하는 구글어스 보다 환경의 특수성을 표현하기엔 부족하다.
- 관리의 호환성 : 지자체 별로 사용하는 전자 지도가 각기 달라 관망 모니터링 DB 구축시 서로 다른 형태로 제작, 접근해야 하는 어려움이 있다.
- 유지보수 비용 : 유료 GIS SW를 사용하기 때문에, 꾸준히 지자체의 관련 비용 지출이 요구되어, 해당 지자체의 재정적 부담을 안겨주고 있다.

위의 취약점을 해결하기 위해 본 논문에서는 설치 용량이 적고, 다양한 사용자 시점, 고화질 위성사진, 3D 지형 정보를 제공하는 구글어스를 이용하며, 모

든 지하 관망에 적용이 가능하고, 다양한 환경에서도 유연하게 동작하는 범용적인 모니터링 시스템을 구현한다.

3. 모니터링 시스템 구현

3.1 시스템 인터페이스 및 구성

RTD-2000이 감지한 이상 정보를 바탕으로 생성된 파일이나, 웹 페이지에서 입력된 시공 정보가 담긴 파일이 공용 FTP로 전송된다. 항상 구동되는 모니터링 프로그램은 FTP에 새파일 존재 시, 해당 파일의 다운로드 후 그 내역을 읽어 DB와 교차 검증하고, KML 소스 코드와 DB를 수정한다. 이상의 내용은 그림 1과 같이 요약해 볼 수 있다.

3.2 제안 시스템 설계

제안한 시스템은 윈도우XP 환경에서 무료 지도 서비스인 구글어스와 개발툴인 비주얼 스튜디오(이하 VS)를 기반으로 관망 정보는 MySQL로 구축했고, VS에서 MySQL과 구글어스 제어를 위해 MySQL 커넥터의 DLL 파일과 구글어스 실행 파일을 참조하여

표 2. 기존 모니터링 시스템과의 비교

	기존 프로그램	제안된 프로그램
라이선스	· 지불(지오매니아)	· 비지불(구글어스)
설치용량	· 약 2GB 이상	· 약 150MB
지원 OS	· Windows	· KML 공유 시 다양함
지형뷰어	· 2D(고기능 사용시 라이선스 상승)	· 3D(무료 지원)
확장성	· 동일 프로그램에서만 가능	· 실행 파일 배포 시 다양한 지원 가능
호환성	· 동일 프로그램에서만 호환	· 개별 시스템 간 호환 가능

그림 1. 모니터링 시스템 구성

구현했다. 라이선스를 지불하고 전자 지도를 이용할 경우, 업체에서 확장 파일등을 제공해 개발 과정에서의 융통성을 제공하나[11], 특정 툴의 종속성이 심화되고 유연성과 확장성이 낮아지는 문제가 있다. 특히 우리나라는 지형이 복잡해 지도 제작 시 보간 과정에서 예측 오차가 자주 발생해, 고화질 위성 사진을 제공하는 구글어스가 모니터링엔 더 적합하다[12,13]. 또한, 풍선말로 텍스트, 멀티미디어를 제공하기에 UI가 상대적으로 단순해지는 장점도 있다. 구글어스 연동이 가능한 시공 현장용 웹 페이지는 VS로 제작하였고, 시공현장에서 데이터가 입력되면 서버에서 KML 파일을 다운받아 코드 수정 후 사용자가 바로 확인해 볼 수 있다.

3.3 제안된 모니터링 프로그램의 주요 모듈

① 프로그램 초기화 모듈

초기 실행 시, 구글어스의 이용 가능한 객체를 생성하여 KML 파일을 로드한다.

```

using EARTHLib;
EARTHLib.ApplicationGE ge = new ApplicationGEClass();
ge.OpenKmlFile(OpenKml, 0);
    
```

이후 Balloon(), SetCamera(), Form_Resize() 등의 구글어스 제어 메소드를 정의한다.

② 송신 파일 인식 및 처리 모듈

- 타이머를 이용해 주기적으로 FTP의 파일 수를 파악한 뒤 새 파일을 다운로드하고, 그 내용을 읽어 고장점의 위치를 인지하거나, 시공 현장의 정보로 신규 시공지를 인지한다.

```

KmlfilesInDirectory.Length >
    
```

```

TimerKmlFilesInDirectory.Length
    
```

```

FieldfilesInDirectory.Length >
    
```

```

TimerFieldFilesInDirectory.Length
    
```

- RTD-2000이 송신한 파일에 담긴 이상 내역을 변수에 담는다. 또는, 시공 현장에서 전송된 내역을 변수에 담는다. 그 내역은 아래와 같다.
RTD-2000 송신 파일 : 시공 도시, 점검구 이름, 이상 발생 지점, 감지선의 파손 상태
현장 송신 파일 : 시공 도시, 점검구의 수-이름-정보-좌표, 관로의 이름-정보-좌표
- 시공 도시와 점검구 이름을 바탕으로 고장점의 위치를 찾는다. 시공지의 좌표 두 쌍씩 비교하여 거리를 누적하며 더해 RTD-2000에서 전송한 고장점이 어느 지점인지 확인한다.
또는, 시공 정보와 DB를 비교하여 새로운 시공지를 확인하고 이를 DB에 반영한다.

③ KML 변경 모듈

②번 과정에서 얻은 이상 정보를 구글어스의 아이콘과 풍선말 내용으로 시각화하여 사용자가 쉽게 확인할 수 있으며, 이 과정은 실시간으로 처리되어 사용자의 즉각적인 응급 상황 처리가 가능하다. 이는 다음과 같은 프로토콜을 기반으로 수행된다.

- 프로그램 오류로 인한 파일 훼손을 대비해 기존의 KML을 백업한다. 파일 스트림으로 전체 라인수를 파악하여 알맞은 위치에 소스 코드를 추가하는 모듈을 실행한다.

```

private void WriteCode(double[]
SelectedArray)
    
```

- 코드 추가 후 이상 내역 리스트가 갱신되며, 사용자는 이를 지도와 리스트로 확인할 수 있다. 이후, 구글어스는 수정된 KML 파일을 새로 읽어 지도를 갱신한다.

이렇게 생성되는 아이콘은 ②번 과정에서 얻은 시공지, 점검구, 고장점, 이상 상태를 정보로 갖게 되어 사용자는 구글어스에서 아이콘을 클릭하여 이 정보들을 얻을 수 있다. 또한, ②번 과정에서 다운로드한 시공지 추가 정보가 담긴 TXT 파일은 DB와의 교차 검증을 위해 해당 메소드에서 DB 갱신 여부를 결정한다.

④ RTD-2000, 점검구, 관로 추가 모듈

이 과정은 MySql로 구축된 DB와 현장에서 전송

한 시공 정보를 기반으로 한다. 실제 현장에서 관망, RTD-2000, 점검구를 설치했다는 가정도 기반으로 한다.

- RTD-2000 추가

모니터링 프로그램에서 입력되거나 현장에서 전송한 도시와 시공지에 따라 처리 과정은 3가지로 분류된다. 첫째, 도시와 시공지가 이미 존재할 경우 경고창을 띄워 작업을 멈추며, 둘째, 도시는 존재하나 시공지가 존재하지 않을 때 해당 도시 DB에 시공지 테이블을 추가하며, 셋째, 둘 다 존재하지 않을 시 새로운 DB와 테이블을 생성한다. 이 때, 연산 과정의 최적화를 위해, 구축된 DB들의 이름만 보유하는 리스트 형태의 DB를 먼저 조회한다.

- 점검구 추가

실제 시공 시 채널별로 분류되어 설치되거나 특정 작업을 위해 설치되는 것으로서 용도가 중요하여, 정확한 위치와 정보가 입력되어야 한다. 점검구는 한 개 이상이 존재하기에 점검구 추가 시 계속 추가할지, 현재 추가된 상태에서 완료할지를 구분하는 처리 과정이 요구된다. 이를 위해 별도의 모듈을 추가하지 않고, 최초 점검구 추가 시 사용된 모듈을 반복 처리함으로써 최적화된 연산 과정을 구현하였다.

- 관로 추가

실제 현장에서 시공되어 매설되는 감지관의 종류에는 직관, 곡관, T밸브 등이 존재하지만, 지도상에는 직선으로만 표현된다. 그렇기에, 구글어스 상에서 관로를 클릭했을 때 생성되는 풍선말에는 관중, 관구경, 감지선 길이 등의 정확한 정보가 제공되어야 해서, 프로그램 구현 시 조건문으로 오류 정보의 입력을 미연에 방지했다. 관로도 점검구와 마찬가지로 관로를 계속 추가할지, 현재 추가된 만큼으로만 완료할지를 구분하는 처리 과정이 요구된다.

KML 파일의 공유로 다양한 OS와 기기에서 관망 정보의 조회가 가능하고, 프로그램은 실행 파일로 배포시켜 어떤 환경에 비종속적이라 호환성이 높으며, 라이선스를 지불하지 않는 구글어스로 전자 지도를 대체하여 시스템 구축 비용과 유지 비용을 절감할 수 있다. 또한, 프로그램의 소스 코드가 직관적이라 프로그래머는 보다 용이한 작업이 가능하다.

3.4 제안된 웹 페이지의 프로토콜

공개된 API를 참고하여 웹 페이지에서 구글어스를 연동하는 코드가 aspx에 삽입되며, 여기엔 서버에서 등록된 URI로 발급된 인증키와 구글어스에서 사용할 KML의 URL을 포함한다. 기능 확장을 위한 aspx.cs 파일엔 파일 스트림을 이용한 KML 코드 수정 모듈이 존재하며, 이 코드는 모니터링 프로그램과 유사하다. 시공 현장에서 정보를 입력하면, 웹 페이지와 연동되는 KML 파일을 다운 받은 후 해당 파일의 소스 코드를 변경해 다시 FTP로 업로드하여 웹 페이지에선 입력과 동시에 해당 정보를 바로 확인할 수 있다. 다만, 웹 페이지에선 DB 접근이 불가능해 정보 입력 후 해당 정보를 TXT 문서에 별도로 저장한 뒤 FTP로 전송하여, 모니터링 프로그램에서 동작하는 일련의 모듈을 거쳐 적용 여부가 결정된다.

4. 모니터링 시스템 시뮬레이션

라이선스를 지불하지 않으며 위성 사진과 3D 뷰어를 제공하는 구글어스를 이용하면, 지자체별로 상이한 환경에서도 모두 적용이 가능하며, 기존의 시스템보다 낮은 비용으로 상수도 관망의 효율적 관리가 가능한 시스템의 구현은 다음과 같다. 그림 2는 실행 후 리스트의 대전 소호동 채널2 점검구2를 더블클릭하여 시점이 이동한 화면이다. 아이콘 클릭 시 점검구 정보 조회가 가능하고 컨트롤 창의 리스트 하단엔 시공사 정보가 제공된다. 이 창으로 현재의 KML과

그림 2. 점검구로의 이동 화면

DB 내역을 기반으로 구글어스 창과 컨트롤 창의 리스트가 정상적으로 실행됨을 확인할 수 있다. 또한, 구글어스에서 제공하는 풍선말로 인해 UI가 간결해졌다.

그림 4는 RTD-2000의 송신 파일을 프로세싱한 후의 화면이다. 추출된 이상 정보로 KML 소스 코드를 수정한 후, 지도가 갱신되는 일련의 과정은 사용자의 별도 조작이 필요하지 않다. RTD-2000이 송신한다는 가정하에 파일을 직접 FTP에 업로드하였고, 파일엔 평택 수성리 관로의 채널 2번에서 측정하여, 200m 구간의 단선을 감지한 내용을 담고 있다.

다음은 새로운 시공지가 추가되어 관망 정보를 추가해야 하는 상황인데, 상수도 관망은 국가 기반 시설로서 인증서 기반의 인증 과정을 포함하도록 시스템이 구축되어야 한다. 관망 추가를 위해선 관리자 인증이 필요하고, 인증 뒤 검증된 자료만이 입력되지만, KML 파일은 임의의 사용자가 수정해 배포할 수 있는 문제점을 내포하고 있지만, 정상적인 수행 과정을 거쳐 입력이 된다면 DB와의 연동이 정상적으로 이루어지기에 관리자는 검증되지 않은 정보의 확인이 가능하다. 그림 5는 관리자 인증 과정을 나타낸다. 그림 6과 같이 충청도 아산에 시공 정보를 차례로

그림 3. 컨트롤 창의 초기 화면

그림 4. RTD-2000의 송신 파일 프로세싱 후

그림 5. 관리자 인증 과정

그림 6. 시공지 추가 메뉴

입력하면, 지역별 구간 트리에 입력 정보가 추가되고, KML 소스 코드에도 반영되어 그림 7과 같은 결과를 확인할 수 있다.

실제 현장에서 시공 정보를 입력하기 위한 웹 페이지는 아래 그림 8이며, 정보 입력을 위해 미리 발급된 정보로 인증 과정을 거친 후 시공 정보를 입력한다. 그림 9는 웹 페이지에서 입력된 정보를 모니터링 프로그램에서 3D 뷰어로 확인한 화면이다.

그림 7. 관망 추가 후

그림 8. 정보 입력 웹 페이지

그림 9. 3D 뷰어로 입력 정보 확인

멀티미디어 추가를 위해 기존의 HTML 소스 코드를 사용한다. 지도에서 대상 노드를 선택하면 활성화되는 멀티미디어 지원 창을 통해 이미지 URL이나 동영상 링크 소스를 추가하면 기존의 시공 정보에 멀티미디어가 추가된다.

그림 10. 유튜브 동영상의 링크

그림 11. URL 기반의 이미지 링크

최근 iOS와 안드로이드용 구글어스 애플리케이션이 출시되어 두 OS가 탑재된 기기에서도 구글어스를 사용하는 것이 가능해졌다. 구글 이메일 계정 (gmail.com)에 KML 파일을 업로드 한 뒤, 애플리케이션에서 현재 업로드된 KML 파일을 선택하면, 해당 내역을 iOS가 탑재된 기기에서 확인할 수 있다. 그림 12는 이 과정을 거쳐 아이패드에서 관망 정보를 조회한 화면이다. 다만, 웹 브라우저에서 구글어스를 사용하기 위한 플러그인은 현재 구글에서 윈도우와 MAC OS만 지원하기 때문에 현장에서의 관망 정보 입력을 위한 과정은 아이패드에서 실행이 불가능하다. 향후 지원이 가능해지면, 다양한 모바일 기기에서의 입력이 가능해져 구글어스를 활용한 애플리케이션

그림 12. 아이패드에서 KML을 연동하여 구동한 구글어스 애플리케이션

이전도 각광을 받을 것이라 예상이 된다.

5. 결 론

본 논문에서는 인터넷 범용 지도 중 고성능의 지도 서비스인 구글어스를 기반으로 능동적이며 효율적이고 저비용을 지향하는 새로운 상수도 관망 모니터링 시스템을 제안하고 구현하였다. 기존의 모니터링 프로그램을 대체할 경우 뛰어난 호환성과 확장성으로 시스템 구축 비용과 유지 비용을 급격히 절감할 수 있으며, 특히 전국 지자체별로 상이한 개별적 환경에서도 쉽게 적용이 가능하다. 웹 페이지를 통한 정보 입력과 유연한 처리 과정도 포함되기에 사용자는 능동적으로 모니터링을 통한 관리를 할 수 있다. 향후 연구에서는 본 연구를 통해 구현한 기능을 기반으로 다양한 사회 기반 시설물에 적용하여 응용 범위를 넓히고, 현장 적용성을 검증하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Hoogwijk, "Assessment of the Global and Regional Geographical," *Technical and Economic Potential of Onshore Wind Energy Energy Economics*, Vol.26, 2004.
- [2] Kreger and Heather, "Web Services Conceptual Architecture (WSCA 1.0)," *IBM Software Group*, 2001.
- [3] 송은하, 박용진, 한원희, 정영식, "모바일 디바이스에서 GML 가시화를 위한 분할 및 캐싱 기법," *멀티미디어학회논문지*, 제11권, 제7호, pp. 1025-1034, 2008.
- [4] 김민호, "임베디드 시스템 기반 시설물 통합모니터링 시스템의 구현," *순천향대학교 일반대학원*, 2007.
- [5] Google code, <http://code.google.com/>
- [6] Google Earth COM API Documentation, <http://earth.google.com/comapi/index.html>
- [7] Matthew A. Z and Mark G. M, "The Creative Reconstruction of the Internet: Google and the Privatization of Cyberspace and DigiPlace," *Geoforum*, Vol.38, pp. 1322-1343, 2007
- [8] MacEachern A. M, and Kraak, "Research Challenges in Geovisualization," *Cartography and Geographic Information Science*, 2007
- [9] 강병모, "GIS 기반의 지하 시설물 관리 시스템 구축에 관한 연구," *순천향대학교 일반대학원*, 2004.
- [10] 에코프론티어, "지하시설물관리," <http://www.ecofrontier.co.kr>
- [11] Geomania, <http://www.geomania.com>
- [12] Gramling C., "Google Planet: with Virtual Globes, Earth Scientists See a New World," *Geotimes*, Vol.52, No.2, pp. 38-39, 2007.
- [13] 최재의, "GIS 정보의 interactive한 표현 방법 및 3차원 모델링 프로그램과의 상호운용," *한양대학교 공학대학원*, 2008.

박 준 태

2010년 순천향대학교 컴퓨터학부
학사
2010년~현재 순천향대학교 일반
대학원 컴퓨터학과 석사
과정
관심분야 : 임베디드 시스템, 소프
트웨어 공학, 모바일 프로
그래밍

홍 인 식

1981년 한양대학교 전자공학과
학사
1986년 한양대학교 전자공학과
석사
1988년 한양대학교 전자학과 박사
1991년~1995년 순천향대학교 공
과대학 전산학과 전임강사
1995년~1999년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 조
교수
1999년~2005년 순천향대학교 공과대학 정보기술공학
부 부교수, 교수
2005년~2010년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 교수
2010년~현재 순천향대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 임베디드 시스템, 실시간 모니터링 시스템